

botanistes qui connaissent mal le *Cardamine resedifolia* L. pourraient être induits en erreur par la description qu'on donne de cette espèce (*Fl. de Fr.* t. I, p. 111). Les feuilles caulinaires, par erreur peut-être typographique, y sont dites *tripennatiséquées*, quoiqu'elles soient simplement *pennatiséquées*, ou *pennées* à deux ou trois paires de folioles (*pinnatis bi-trijugis* Koch).

(La suite à la prochaine séance.)

M. Goubert fait à la Société la communication suivante :

SUR L'APPLICATION DES DISSOLVANTS AMMONIACO-CUIVRIQUES DE LA CELLULOSE AUX  
ÉTUDES DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE, par M. Émile GOUBERT.

Messieurs, dans notre avant-dernière séance (1), j'ai eu l'honneur d'appeler l'attention de ceux d'entre vous qui s'occupent de physiologie végétale, sur un travail que M. Péligot venait de lire à l'Académie des sciences, et d'après lequel il avait préparé l'oxyde de cuivre ammoniacal de M. Schweizer par la réaction directe de l'ammoniaque et de l'oxygène atmosphérique sur des copeaux de cuivre rouge. Cette liqueur, que M. Péligot, n'admettant pas la formule de M. Schweizer ( $2\text{AzH}^3 + \text{Cu}$ ), considère comme un azotate double de cuivre et d'ammoniaque, est désormais d'une préparation beaucoup moins longue, moins dispendieuse, moins difficile. J'ajoutais, avec le savant chimiste de la Monnaie, que la cellulose n'est pas altérée, mais seulement dissoute par ce liquide bleu, dont on peut la précipiter par addition d'un excès d'acide.

Depuis lors, la science a beaucoup progressé. Tous les chimistes se sont mis à l'œuvre en apprenant la formule si simple donnée par M. Péligot. La physiologie végétale est arrivée à l'ordre du jour, et je suis dépassé par le nombre même des travaux que je me trouverais avoir à analyser.

Et d'abord M. Payen a lu, lundi 10 janvier dernier, à l'Académie des sciences, un long mémoire sur l'action du nouveau réactif et sur la différence entre l'amidon et la cellulose, différence qui, on le sait, n'existe pas au point de vue de la composition chimique. Nous allons donner l'analyse de ce mémoire.

En 1834, M. Payen a démontré que le grain d'amidon se forme par intussusception et se compose de pellicules emboîtées et non homogènes, dont la cohésion décroît de la périphérie au centre, mais qui ne diffèrent pas, pour lui, par leur composition intime. Aussi, et bien que les couches douées du maximum de cohésion se rapprochent beaucoup de la cellulose, bien que la cellulose et l'amidon se puissent presque également colorer en bleu par l'iode, cependant, dès 1834, il paraissait à M. Payen que les deux principes, si près de se confondre, demeureraient distincts dans le cas le plus général, et no-

(1) Voyez plus haut, p. 18.

tamment dans les tissus, puisque la cellulose qui constitue les parois des cellules résiste parfaitement à l'action des diastases végétale et animale. On sait en effet que la diastase dissout au contraire si bien la substance amylacée, que celle-ci peut, suivant M. Payen, passer d'un tissu dans un autre, où elle se reconstituera au besoin et s'accumulera pour se redissoudre à l'occasion et s'engager définitivement ensuite dans la formation de nouveaux tissus.

L'action des acides étendus, qui dissolvent la fécule en respectant la cellulose (1), et la propriété des alcalis caustiques de gonfler sous l'eau le volume de toutes les couches concentriques de l'amidon, sans affecter notablement la cellulose, conduisaient d'ailleurs aussi à maintenir isolés ces deux produits de la végétation, si semblables cependant.

Depuis, M. Nægeli, le savant professeur de Munich, dans de patientes études qui ont donné lieu à une volumineuse monographie de l'amidon, a soumis la fécule à l'action de la salive (diastase animale), pour faire dissoudre les zones douées de moindre cohésion, et qu'il dit faites de *granulose* ou d'amidon pur. Comme à M. Payen en 1834, il lui est resté des couches concentriques amylacées plus denses, partiellement ou totalement dépourvues de la propriété de bleuir directement par l'iode, couches qu'on aurait pu considérer à la rigueur comme formées de véritable cellulose, bien qu'elles jouissent de certaines propriétés que n'a pas la cellulose, de faire empois avec l'eau chaude, par exemple.

Cette conclusion, dit M. Payen, eût été bien près de la vérité, et M. Nægeli s'y était arrêté. Cependant le mémoire de notre chimiste français prétend établir encore ici une ligne de démarcation précise entre ces couches pourvues d'une cohésion maximum dans chaque grain de fécule, et la cellulose véritable, celle qui constitue les cellules et les fibres végétales non incrustées ou non injectées de substances étrangères. Ici donc commencent les travaux de M. Payen, désireux de délimiter la cellulose d'avec la matière amylacée.

M. Payen venait d'apprendre les recherches de M. Schweizer et probablement aussi celles de MM. Schlossberger et Cramer. Son collègue, M. Péligot, lui fit connaître la simplification si heureuse qu'il avait apportée à la préparation cuivrique de M. Schweizer. C'est dans ces conditions qu'il se mit à l'œuvre.

Il commence par faire remarquer qu'il ne faut pas trop généraliser la découverte de M. Schweizer. Les nouveaux réactifs, en effet, restent sans action sur la membrane cellulaire de plusieurs Algues unicellulées, sur le tissu fongueux des Champignons, sur divers Lichens, sur les fibres libériennes du *china rubra*, sur les cellules de la moelle de l'*Hoya carnosa*, sur le liège, sur les poils des aigrettes, sur l'épiderme du *Ficus elastica*, et même sur les mem-

(1) M. Pelouze vient de démontrer que l'acide chlorhydrique étendu est un bon dissolvant de la cellulose. (Note ajoutée par M. Goubert au moment de l'impression.)

branes cellulaires des bois de *Taxus*, de Chêne, de Sapin, sur le *Glæocapsa opaca*, sur le *Fucus vesiculosus*, etc.

Par parenthèse, observons que ces restrictions avaient déjà été émises par M. Cramer, ainsi que l'indique le *Bulletin* de notre Société (t. V, p. 373).

M. Payen ajoute que les obstacles à l'action dissolvante sont souvent la cuticule et les substances incrustantes. En détruisant ces obstacles, la réaction de la liqueur ammoniac-cuivrique commence tout de suite à s'effectuer.

D'après M. Cramer, le coton, le chanvre, le lin ne peuvent être attaqués par le dissolvant nouveau que s'ils ont été débarrassés de leur cuticule épidermique. D'autre part, M. Cramer l'avait vu, les cellules poreuses des poires, la moelle de l'*Hoya carnososa*, le liber du *china rubra*, les bois de Sapin, de *Taxus*, de Charme, n'abandonnent leur cellulose que si l'on enlève leurs matières incrustantes par une macération dans l'acide azotique d'abord et dans le chlorate de potasse ensuite.

M. Payen, de son côté, se dit arrivé d'une manière générale au résultat suivant : toutes les membranes périphériques des plantes (cuticule, épiderme ou périderme), imbibées soit de silice, soit de substances grasses ou azotées, se trouvent ainsi protégées en grande partie contre l'action du liquide ammoniac-cuivrique. Il en est de même des cellules ou des fibres à parois épaissies dans lesquelles la cellulose poreuse est pénétrée par la matière organique ligneuse, et encore des fibres textiles végétales, dans les parties où une pellicule superficielle, injectée, les garantit de cette réaction dissolvante.

Enfin la cellulose obtenue pure, de toutes les parties des tissus, se laisse entièrement dissoudre.

M. Payen a constaté ce dernier fait sur la cellulose extraite des fibres ligneuses d'un Chêne, d'un Hêtre, d'un Sapin, d'un Acacia, de l'épiderme du *Cactus Opuntia*, de tissus herbacés constituant les Graminées des prairies, enfin des enveloppes feutrées des tuniciers.

Il est parvenu d'ailleurs, dit-il, à quelques résultats utiles au point de vue des études chimiques, organographiques et physiologiques :

La solution violette ammoniac-cuivrique de cellulose, saturée par un acide minéral ou végétal qui puisse prendre l'oxyde de cuivre, laisse, on le savait déjà, précipiter la cellulose en flocons granuleux, blancs, insolubles dans l'eau ;

Le précipité est, d'après les analyses de M. Payen, de la cellulose pure,  $C^{12}H^{10}O^{12}$  ;

L'iode teint ce précipité en jaune, et même en bleu, si l'on ajoute concurrentement une goutte d'acide sulfurique concentré ;

Un grand excès d'eau fait aussi déposer la cellulose, mais plus lentement : le dépôt retient alors de l'oxyde de cuivre.

Quant à l'amidon, qu'il s'agissait de différencier d'avec la cellulose, M. Cramer avait déjà vu que, sous quelque forme qu'on le prenne, il n'est pas dissous

par l'oxyde de cuivre ammoniacal, qu'il se gonfle seulement. Répétant cette expérience avec la liqueur de M. Péligot, M. Payen a constaté que l'amidon se gonfle sous l'influence de vingt fois son volume du réactif : il se gonfle en s'unissant à l'oxyde. Son volume se décuple et il se forme de l'amylate de cuivre. Ce sel violet se décolore à la longue par l'ammoniaque, qui finit par le dissoudre. Il se dissout à froid dans les acides. La réaction de l'oxyde de cuivre ammoniacal et celle de l'acide n'ont pas transformé en dextrine la fécule, qui est en effet encore colorable en bleu par l'iode (1).

Au reste, voici les caractères distinctifs que M. Payen croit apercevoir entre la cellulose et l'amidon (qu'il continue à regarder comme deux espèces isomériques différentes, et qui nous paraissent plutôt, ainsi que la lichénine, des variétés d'une même espèce, d'un principe unique, variétés données par la cohésion et qui présentent une transition tout à fait insensible) :

A. La cellulose est dissoute par le nouveau réactif et peut en être séparée, insoluble, en saturant l'ammoniaque et l'oxyde de cuivre par les acides en excès.

A'. La fécule, dans les mêmes conditions, n'est pas dissoute ; les acides en excès, saturant l'ammoniaque et l'oxyde de cuivre, la font dissoudre en très grande partie. Ce qui résiste à la dissolution par le premier réactif est précisément la couche périphérique, qui offre, sous d'autres rapports, le plus d'analogie avec la cellulose.

B. L'amidon en grains forme dans le nouveau réactif, et directement à froid, avec l'oxyde de cuivre, un composé insoluble qui est de l'amylate de cuivre.

B'. Dans les mêmes conditions, la cellulose n'agit pas de même.

C. La cellulose, extraite des tissus par les nouveaux dissolvants, ne donne aucune des réactions suivantes que l'on obtient avec la fécule.

1° L'ammoniaque enlève à l'amylate de cuivre tout son oxyde ; et l'amidon, mis ainsi en liberté, est en très grande partie soluble dans l'eau.

2° Un acide faible décompose également l'amylate ; en dissolvant l'oxyde, il dégage la substance amylicée qui est directement soluble, sauf la couche extérieure ; celle-ci est alors énormément agrandie et colorable en violet par l'iode.

3° La solution limpide contient la substance amylicée, assez peu désagrégée encore pour donner, avec l'iode, un composé bleu précipitable par divers réactifs et doué d'une stabilité remarquable (2).

(1) Dans une communication faite par moi à l'Académie des sciences, le 28 mars 1859, j'ai cherché à prouver que la cellulose elle-même est encore susceptible de bleuir par l'iode, après avoir été précipitée du dissolvant cuivrique ; il est vrai que l'iode doit le plus souvent agir concurremment avec l'acide sulfurique ou avec les alcalis, pour bleuir la cellulose végétale ou animale, à quelque source qu'on l'ait prise ; il est vrai aussi que cette coloration bleue disparaît presque entièrement par des lavages à l'eau : tous faits qui n'ont pas lieu avec l'amidon pur. (Note ajoutée par M. Goubert au moment de l'impression.)

(2) Cet iodure d'amidon se décolore par une chaleur de 70 à 80°, et rebleuit par le refroidissement, remarque due à M. Lassaigue.

4° L'ammoniaque décolore immédiatement ce composé; mais son évaporation à froid dans le vide lui rend sa couleur intense (1).

5° La dissolution à froid des cellules de pommes de terre par le nouveau réactif, mettant en liberté la fécule dont le volume se trouve décuplé, offre un moyen d'essai approximatif, industriel, de la qualité féculente des tubercules.

Ces procédés pourront servir, ajoute M. Payen, à fixer les idées sur les propriétés spéciales et les caractères distinctifs de la cellulose et de l'amidon. Sans doute on pourra découvrir, entre les couches fortement agrégées des grains de fécule et la cellulose faiblement cohérente dans les tissus des plantes, des analogies plus étroites encore que celles observées jusqu'ici. A ce point de vue, il sera bon d'examiner les cellules du Lichen d'Islande et des feuilles de plusieurs Aurantiacées, qui ont la propriété de bleuir directement, ainsi que les tissus analogues et la cellule gélatiniforme signalés par différents auteurs (2). Mais probablement aussi, continue M. Payen, l'on observera de nouveaux caractères distinctifs entre les deux principes immédiats isomériques, et l'on s'accordera sans doute également pour continuer à les distinguer l'un de l'autre, ne fût-ce qu'en considération de leur rôle bien différent dans la végétation; la matière amylicée représentant en général les dépôts de substances ternaires qui s'accumulent pendant les arrêts de développement, pour former ainsi un approvisionnement de matériaux propres à la confection de nouveaux tissus, tandis que ceux-ci sont constitués par la cellulose, qui reste généralement engagée sous des formes définitives dans la structure des divers organismes des plantes, comme dans la constitution des enveloppes de certaines espèces animales. C'est par exception que la cellulose paraît apte à remplir les fonctions de la substance amylicée.

(La suite à la prochaine séance.)

M. Trécul dit :

Qu'il serait bon d'indiquer les conditions précises de la préparation du réactif employé par M. Péligot. M. Trécul a préparé une solution très concentrée, en faisant passer, durant une journée, de l'ammoniaque liquide sur 30 grammes de tournure de cuivre; les fils de chanvre soumis à ce réactif n'ont pas été dissous, non plus que la cellulose pure (toile purifiée par un chimiste expérimenté). M. Trécul pense que la composition du réactif obtenu

(1) Si l'on chasse l'ammoniaque par une ébullition à l'air libre, la liqueur reprend une couleur bleue très intense, avant même qu'elle soit refroidie. C'est un fait curieux que nous avons constaté souvent.

(2) Ce phénomène du bleuissement sous l'influence de l'iode seul est maintenant devenu classique. Dès 1837, Meyen le découvrit dans beaucoup de Lichens, et, l'année suivante, M. Schleiden nommait *amyloïde* le contenu de cellules semblables, qu'il retrouvait dans l'embryon du *Tamarindus indica* et de plusieurs autres plantes. M. Trécul a pu voir cette couleur bleue chez un bon nombre de phanérogames. Dans son dernier travail, M. Nægeli considère l'amyloïde comme un mélange intime d'amidon (granulose) et de cellulose.

doit varier selon les proportions des éléments mis en présence; en effet, plus on emploie de cuivre, plus la température du mélange s'élève pendant la réaction.

M. Trécul fait ensuite à la Société la communication suivante :

DU NUCLÉUS ET DE LA VÉSICULE NUCLÉAIRE, par M. A. TRÉCUL.

L'opinion des anatomistes n'est pas encore fixée sur la nature du nucléus; cependant presque tous s'accordent à le considérer comme indispensable à la formation des cellules. Quelques autres, malgré cela, pensent qu'il ne joue aucun rôle dans la multiplication des utricules, et qu'il n'est qu'un organe servant à la nutrition de la cellule. D'un autre côté, ceux-ci prétendent qu'il est de nature vésiculaire, et ceux-là qu'il n'est point limité par une membrane.

En cherchant à remonter à l'origine du nucléus, j'ai été conduit à me demander si ce que l'on appelle ainsi dans tous les cas observés représente une même chose, ou bien un des états de cette vésicule nucléaire admise par une partie des anatomistes, ou si de fausses analogies, tirées surtout de la situation des objets dans la cellule, n'ont pas porté à confondre des choses distinctes. Je me suis demandé si ces petites vésicules nucléaires que l'on observe dans les utricules-mères du pollen de beaucoup de plantes et dans les cellules ordinaires, sont bien de nature identique avec celle de ces gros corps globuloïdes ou irréguliers, homogènes, souvent jaunâtres, chez lesquels il n'existe pas de membrane, corps que l'on voit au début de beaucoup de cellules, et que l'on appelle aussi *nucléus*. Bien que je reconnaisse que les vésicules nucléaires ont très souvent pour origine cette substance centrale jaunâtre, je crois cependant qu'il faut bien l'en distinguer, parce qu'à l'état de vésicule elle constitue un organe tout à fait différent.

Ce corps central contenu dans les cellules des tissus en voie de multiplication par le mode de reproduction le plus ordinairement décrit, n'est qu'une partie du protoplasma imparfait, en état d'élaboration, et qui passe à la circonférence de la cavité cellulaire, à mesure qu'il devient propre à la formation des éléments qui doivent constituer les premières membranes des cellules nouvelles. C'est parce que ce protoplasma particulier est encore inapte à prendre part aux phénomènes qui s'accomplissent à la périphérie, qu'il est placé au centre de la cellule. La membrane dont on le trouve revêtu plus tard, n'apparaît que lorsque cette élaboration protoplasmique spéciale a cessé, et très souvent après que la jeune cellule a commencé à s'étendre. Si, dans les utricules-mères du pollen, la vésicule nucléaire naît souvent plus tôt qu'ailleurs, c'est selon toute probabilité que la sécrétion dont cette vésicule est le siège, est nécessaire dans ces utricules spéciales à une époque plus précoce que dans les cellules ordinaires.

Je ferai remarquer que ce noyau dépourvu de membrane, à contours mal définis, se rencontre surtout dans les tissus de l'extrémité des jeunes tiges et